

**ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH *INTERNAL TRANSCRIBED
SPACER* (ITS) TANAMAN TIMUN APEL SECARA *IN SILICO***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains Program Studi Biologi



Disusun oleh :

Delian Junior

NIM. 1601185

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2020

Delian Junior, 2021

*ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS)
TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED
SPACER (ITS) TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO

Oleh

Delian Junior

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Delian Junior 2020

Universitas Pendidikan Indoensia

April 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Delian Junior, 2021

*ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS)
TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED
SPACER (ITS) TANAMAN TIMUN APEL

Delian Junior
NIM. 1601185

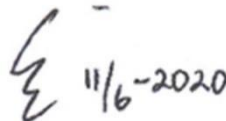
Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Prof. Topik Hidayat, M.Si., Ph.D.
NIP.197004101997021001

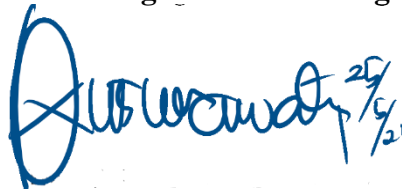
Pembimbing II,



Dr. R. Kusdianti., M.Si.
NIP.196402261989032004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si.
NIP. 197008112001122001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kode Batang DNA Daerah Internal Transcribed Spacer (ITS) Tanaman Timun Apel Secara *In Silico*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2020

Yang membuat pernyataan

Delian Junior

1601185

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-NYA yang telah memberi banyak kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Analisis Kode Batang DNA Daerah Internal Transcribed Spacer (ITS) Tanaman Timun Apel Secara *In Silico*”. Skripsi ini ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Keberhasilan serta kelancaran dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari berbagai bantuan yang penulis dapatkan dari beberapa pihak hingga akhir penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih dan memberikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Topik Hidayat, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberi arahan, ide, bimbingan, dukungan moral, motivasi dan juga memberi semangat selama pelaksanaan tugas akhir dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. R. Kusdianti, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi arahan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI
4. Ibu Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si. selaku ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI
5. Bapak Prof. Yayan Sanjaya, M.Si. selaku dosen wali yang telah memberi bimbingan dan motivasi selama 4 tahun perkuliahan
6. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah memberikan pengajaran ilmu pengetahuan dan pengalaman yang diberikan selama perkuliahan
7. Kedua orang tua, Bapak Sujana dan Ibu Prijatin Ningrum serta kakak Dejan

Delian Junior, 2021

ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS)

TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Priatama yang selalu memberikan doa dan dukungan, baik dukungan moral, materil maupun spiritual sehingga dapat mendorong penulis menyelesaikan skripsi ini.

8. Agnes Andriyanti Gunadi yang selalu memberikan dukungan dan doa dengan sepenuh hati sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan Teater AH yang selalu memberikan dukungan, doa dan hiburan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Rekan satu tim penelitian tanaman timun apel yaitu Nanda Ayu Novia dan Nurmeida T.R. yang telah bersama-sama berjuang dan saling memberi motivasi selama pelaksanaan tugas akhir dan penulisan skripsi ini
11. Seluruh teman-teman Biologi C-2016 yang telah kebersamai dan memberi saran serta motivasi yang menjadi kenangan selama perkuliahan.

ABSTRAK

ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS) TANAMAN TIMUN APEL

Oleh

Delian Junior
1601185

Timun apel merupakan salah satu komoditas lokal hortikultura yang banyak dibudidayakan di Karawang bagian utara yaitu tepatnya di daerah Pakis Jaya. Informasi ilmiah mengenai timun apel masih sangat terbatas, terutama pada taksonomi dan kekerabatan tanaman timun apel. Untuk mendapatkan informasi mengenai kekerabatan tanaman timun apel dapat menggunakan berupa metode identifikasi molekuler. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis motif sekuen DNA pada tanaman timun apel untuk dikembangkan menjadi kode batang DNA. Metode dilakukan secara molekuler dengan menggunakan teknik DNA *Barcoding*. Berdasarkan penelitian ini dengan menggunakan analisis fenetik, melon (*Cucumis melo*) merupakan kerabat terdekat dengan tanaman timun apel sehingga diduga merupakan subspecies melon (*Cucumis melo*) yang baru. Pada hasil konsensus sekuen tanaman timun apel dapat dijadikan sebuah kode batang DNA dengan menghasilkan kandidat primer DELTOP 17. Konsensus sekuen tanaman timun apel dapat dijadikan sebuah kode batang DNA dengan menghasilkan primer DELTOP17.

Kata Kunci : Timun Apel, Kode batang DNA, ITS, Konsensus sekuen

Delian Junior, 2021

**ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS)
TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRACT

ANALYSIS OF BARCODE DNA REGIONS INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS) APPLE CUCUMBER PLANT

By

Delian Junior
1601185

*Apple cucumber is one of the local horticultural commodities that is widely cultivated in the northern part of Karawang, namely in the Pakis Jaya area. Scientific information about cucumber apples is still very limited, especially on the taxonomy and genetic relationship of cucumber apples. Information about genetic relationships in apple cucumber can use molecular identification methods. The purpose of this study was to analyze the motives of the DNA sequences in apple cucumber to be developed into DNA barcode. The method is done using the DNA barcoding technique. Based on this research using phenetic analysis, melon (*Cucumis melo*) the ancestors of the cucumber apple plant, so they are thought to be a new subspecies of melon (*Cucumis melo*). In the consensus sequences results, consensus sequences apple cucumber can be used as a DNA barcode by producing DELTOP 17 primers.*

Keywords : Apple Cucumber, DNA Barcoding, ITS, Consensus sequence

DAFTAR ISI

HALAMAN

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II KODE BATANG DNA PADA TANAMAN TIMUN APEL	6
2.1 Definisi DNA dan DNA <i>Barcoding</i>	6
2.1.1 Materi Genetik DNA dan DNA <i>Barcoding</i>	8
2.1.2 Perkembangan DNA <i>Barcoding</i> pada tanaman	10
2.1.3 Alur kerja DNA <i>Barcoding</i>	13
2.2 Bioinformatika	17
2.3 Daerah <i>Internal Transcribed Spacer</i> (ITS)	19
2.4 Botani Timun Apel	23
2.4.1 Tanaman Timun Apel dan Cucurbitaceae	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3 Prosedur Penelitian	26
3.3.1 Pengambilan Data	26
3.3.2 <i>Sequence Alignment</i>	36
3.3.3 Analisis Fenetik	39
3.3.4 Membuat Konsensus Sekuen	41
3.3.5 Desain Primer	43
3.3.6 Uji Coba <i>In-silico</i> PCR	45
3.4 Alur Penelitian	49
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Studi Biosistematika Tanaaman Timun Apel	50
4.2 Hasil Motif Kode Batang DNA	53
4.3 Hasil Desain Primer	55
4.4 Hasil Uji Coba <i>In-silico</i> PCR	58
BAB V PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Implikasi	63

Delian Junior, 2021

ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS)

TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5.3 Rekomendasi	63
	HALAMAN
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN 1.....	69
LAMPIRAN 2.....	70

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 3.1 Data Sekunder Tanaman Timun Apel	30
Tabel 3.2 Data Sekunder Macam-Macam Tanaman Familia Cucurbitaceae	30
Tabel 3.3 Data Sekunder Tanaman <i>Begonia</i>	34
Tabel 4.1 Hasil Desain Primer	59
Tabel 4.2 Hasil <i>In-Silico</i> PCR	64

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Bagian Tubuh Kromosom.....	9
Gambar 2.2 Skema Timeline Barcoding pada Tanaman	10
Gambar 2.3 Alur Kerja DNA Barcoding	14
Gambar 2.4 Komponen Utama <i>Barcode of Life Project</i>	15
Gambar 2.5 Alur DNA Barcoding.....	16
Gambar 2.6 Daerah Internal Transcribed Spacer	24
Gambar 2.7 Sayatan Timun Apel	27
Gambar 2.8 Buah Timun Apel	27
Gambar 3.1 Laman NCBI	35
Gambar 3.2 Laman Hasil Pencarian	35
Gambar 3.3 Informasi Data <i>Cucumis melo</i>	36
Gambar 3.4 Contoh Isi Data Sekuen	37
Gambar 3.5 Contoh Isi Data Sekuen	38
Gambar 3.6 Data Sekuen Lebih Dari Satu	38
Gambar 3.7 Langkah Proses Data <i>Sequence Alignment</i>	39
Gambar 3.8 Program ClustalX	40
Gambar 3.9 Sekuen DNA Setelah Proses Alignment.....	40
Gambar 3.10 Proses Sequence Trimming Bagian Depan	41
Gambar 3.11 Proses Sequence Trimming Bagian Belakang.....	40
Gambar 3.12 Laman Perangkat Lunak MEGA	42
Gambar 3.13 Langkah Proses Data Analisis Fenetik	43
Gambar 3.14 Program MEGA.....	43
Gambar 3.15 Laman Perangkat Lunak BioEdit	44
Gambar 3.16 Langkah Proses Data Konsensus Sekuen.....	45
Gambar 3.17 Input Data Sekuen DNA Tanaman Timun Apel	45
Gambar 3.18 Hasil Dari Membuat Konsensus Sekuen.....	46
Gambar 3.19 Laman Perangkat Lunak BioEdit	47
Gambar 3.20 Langkah Proses Desain Primer.....	47
Gambar 3.21 Hasil Desain Primer	48
Gambar 3.22 Laman Perangkat Lunak FastPCR.....	49
Gambar 3.23 Langkah Proses <i>In-Silico</i> PCR	49
Gambar 3.24 Salah Satu Kandidat Primer	50
Gambar 3.25 Pemasukan Data Salah Satu Sekuen DNA.....	50
Gambar 3.26 Hasil <i>Running In-Silico</i> PCR.....	51
Gambar 3.27 Hasil Positif <i>In-Silico</i> PCR.....	51
Gambar 4.1 Hasil Rekonstruksi Pohon Dengan UPGMA	55
Gambar 4.2 Hasil Konsensus Sekuen	57

Delian Junior, 2021

ANALISIS KODE BATANG DNA DAERAH INTERNAL TRANSCRIBED SPACER (ITS)

TANAMAN TIMUN APEL SECARA IN SILICO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 4.3 Hasil Konsensus Sekuen	57
Gambar 4.4 Hasil Positif <i>In-Silico</i> PCR.....	65
Gambar 4.5 Hasil Negatif <i>In-Silico</i> PCR	65

HALAMAN

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, F. D. (2014). Amplifikasi Internal Transcribed Spacer dan β -tubulin pada Tanaman *Jacobaea sp.* (Asteraceae) setelah Perlakuan Fungisida Sistemik. Skripsi Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Atwood, T. K. & D. J. Parry-Smith, (1999). Introduction To Bioinformatics, Harlow: Pearson Education,
- Aris, T. W. (2000). Inverse Polymerase Chain Reaction. Jurnal *Hayati*. Vol 7 (4) : 121-123.
- Armstrong, K.F. & Ball, S.L. (2005). DNA Barcodes for Biosecurity: Invasive species Identification. Philos. Trans. R. Soc. B-Biol. Sci 360(1462): 1813-1823. Diakses dari [Online] : <http://earthsky.org/human-world/david-schindel-on-dna-barcodes-for-seafood>. 7 Oktober 2019.
- Ashraf, F. B., Abir, A. I., Salekin, M. S., & Mottalib, M. A. (2017). RPPMD (Randomly Projected Possible Motif Discovery): An Efficient Bucketing Method for Finding DNA Planted Motif. IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE) , 509-513.
- Baldwin, B.G., Sanderson, M.J., Porter, J.M., Wojciechowski, M.F., Campbell C.S., & Donoghue, M.J. (1995). The ITS Region of Nuclear Ribosomal DNA: A Valuable Source of Evidence on Angiosperm Phylogeny. *Annals of The Missouri Botanical Garden* 82: 247-277
- Begerow, D., Nilsson, H., Unterseher, M., & Maier, W. (2010). Current State and Perspectives of Fungal DNA Barcoding and Rapid Identification Procedures. *Appl Microbial Biotechnol*, 87(1), 99–108. <http://doi.org/10.1007/s00253-010-2585-4>.
- Bellemain, E., Carlsen, T., Brochmann, C., Coissac, E., Taberlet, P., & Kauserud, H. (2010). ITS as an Environmental DNA Barcode for Fungi: an In Silico Approach Reveals Potential PCR Biases. *BMC Microbiology*, 10, 189. <http://doi.org/10.1186/14712180-10-189>.
- Buchan, R. & Newell. (2002). Analysis of Internal Transcribed Spacer (ITS) Region of rRNA Genes in Fungal Communities in Southeastern U.S. *Salt Marsh. Micro Ecol* 43:329-340.
- Chang, L. (2017). Identification and Control of Common Weeds Hangzhou and Springer. Nature Singapore Pte Ltd.,: Volume 3, DOI 10.1007/978-981-10-5403-7_18
- Dodo. (2015). Keanekaragaman dan Konversi Tumbuhan Buah Langka di Indonesia. *Warta Kebun Raya*. Volume 13 No.2.
- Edwards, J. R. (2015). Contribution of Osteoclasts to the Bone–Tumor Niche. 55-63.

- Faatih, M. (2009). Isolasi dan Digesti DNA Kromosom Isolation and Digestion of Chromosomal DNA. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 10(1), 61-67.
- Feuillie, C. Merheb, M. Gillet, B. Montagnac, G. Daniel, I., & Hanni, C. (2014). Detection of DNA Sequences Refractory to PCR Amplification Using a Biophysical SEERS Assay (Surface Enhanced Resonant Raman Spectroscopy). *PLOS ONE* 9 (12) DOI:10.1371/journal.phone.0114148
- Gardes, M. & D. Bruns. (1993). ITS Primers with Enhanced Specificity for Basidiomycetes-application to the Identification of Mycorrhizae and Rusts. *Molecular Ecology*. Vol 2:113-118 .
- Ghebretinsae, A.G., Thulin, M., & Barber, J.C. (2007). Relationships of Cucumbers and Melons Unraveled: Molecular Phylogenetics of Cucumis and Related Genera (Benincaseae, Cucurbitaceae). *American Journal of Botany* 94 (7): 1256– 1266.
- Gomes, E.A., Alcalde, C. R., & de Macedo, F. D. F. (2002). Polymorphism in The Internal Transcribed Spacer (ITS) of The Ribosomal DNA of 26 Isolates of Ectomycorrhizal Fungi. *Genet Mol Biol* 25(4), 477-483.
- Hajibabaei, M., Singer, G. A., Hebert, P. D., & Hickey, D. A. (2007). DNA Barcoding: How it Complements Taxonomy, Molecular Phylogenetics and Population Genetics. *TRENDS in Genetics*, 23(4), 167-172.
- Hardin, C. T. & Rouchka, E. C. (2005). DNA Motif Detection Using Particle Swarm Optimization and Expectation-maximization. In *Swarm Intelligence Symposium, 2005. SIS 2005. Proceedings 2005 IEEE* (pp. 181-184). IEEE.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, N.A., Ball, S.L. & de Waard, J.R.(2007). Biological Identifications through DNA Barcodes. *Proc. Roy. Soc. B-Biol. Sci.* 270: 313–321
- Hermanto, C., Ni Luh P.I., & Hadiati, S. (2013). Keragaman dan Kekayaan Buah Tropika Nusantara. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementrian Pertanian.
- Hidayat T., Saputro N.W., Khamid M.B.R., Bayfurqan M.F., (2020). Dalam book chapter *First Phylogenetic Treatment Of Apple Cucumber (Family Cucurbitaceae) From Indonesia Utilizing DNA Variation Of Internal Transcribed Spacer Region. Hayati Journal of Bioscience* (In Press)
- Hollingsworth, P.M., Forrest, L.L., Spouge, J.L., Hajibabaei, M., & Ratnasingham, R. (2009). A DNA Barcode for Land Plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 106: 12794 - 12797.
- Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky, J. J., & White, T. J. (1990). PCR Protocols A Guide to Methods and Applications. Academic Press Inc.
- Iverson & Cheryl. (2007). AMA Manual of Style. Oxford, Oxfordshire: Oxford University Press.

- Jamil, I. (2005). Analisis Sekuen Daerah ITS DNA Ribosom (rDNA) dan Desain Primer untuk Mendeteksi *Phytophthora Palmivora* Butl pada Kakao. Bogor, Institut Pertanian Bogor. Tesis.
- Jiang, R., Zhang, X., & Zhang, M. Q. (2016). *Basics of Bioinformatics*. Springer Verlag Berlin An.
- Jones, N. C., Pevzner, P. A., & Pevzner, P. (2004). *An Introduction to Bioinformatics Algorithms*. MIT press.
- Jorgensen, R. A., Cueller, R. E., Thomson, W.F., & Kavanagh, T.A. (1987). Structure and Variation in Ribosomal RNA Gene of Pea. *Plant Mol. Biol.*, 8:3-12.
- Juergen Jobst, Klaus King, and Vera Hemleben. (1998). *Molecular Evolution of the Internal Transcribed Spacers (ITS1 and ITS2) and Phylogenetic Relationships among Species of the Family Cucurbitaceae*. *Journal Molecular Phylogenetics And Evolution* Vol. 9, No. 2, April, pp. 204–219
- Kalendar, R., Antonius, K., Smykal, P., & Schulman, A.H., (2011). Analysis of Plant Diversity with Retrotransposon-Based Molecular Markers. *Heredity* 106(4):520–530. doi:10.1038/hdy.2010.93
- Lahaye, R., Van der Bank, M., Bogarin, D., Warner, J., Pupulin, F., Gigot, G., & Savolainen, V. (2008). DNA Barcoding the Floras of Biodiversity Hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(8), 2923-2928.
- Li, X., Yang, Y., Henry, R. J., Rossetto, M., Wang, Y., & Chen, S. (2015). Plant DNA Barcoding: from Gene to Genome. *Biological Reviews*, 90(1), 157-166.
- Mitchell, P. J. & Tjian, R. (1989). Transcriptional Regulation in Mammalian Cells by Sequence-specific DNA Binding Proteins. *Science*, 245(4916), 371-378.
- Moraes, F. & Góes, A. (2016). A Decade of Human Genome Project Conclusion: Scientific Diffusion About Our Genome Knowledge. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 44, 215-223.
- Nilsson, R. H., Ryberg, M., Abarenkov, K., Sjökvist, E., & Kristiansson, E. (2009). The ITS Region As A Target for Characterization of Fungal Communities Using Emerging Sequencing Technologies. *FEMS Microbiology Letters*, 296(1), 97–101. <http://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2009.01618.x>.
- O'Brien, H.E., J.L. Parrent, J.A. Jackson, J.M. Moncalvo & Vilgalys, R., (2005). Fungal Communities' Analysis By Large-Scale Sequencing of Environmental Samples. *Environ. Microbiol* 71, 5544-5550.
- Poincelot & Raymond, P. (2004). *Sustainable horticulture : Today and Tomorrow*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

- Regions As A Taxonomic Marker For Nematodes . *Journal of Nematology*. 29(4): 441-450.
- Retnaningati Dewi. (2017). Hubungan Filogenetik Intraspesies *Cucumis melo* L. berdasarkan DNA Barcode Gen matK. *Journal Biota* Vol. 2 (2): 62–67
- Rubatzky V.E. & Yamaguchi M. (1999). *Sayuran Dunia 3 : Prinsip, Produksi, dan Gizi*. Herison C, penerjemah. Bandung (ID): Penerbit ITB. Terjemahan dari: Principles, Production, and Nutritive Value.
- Samson, R. A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J. C., & Andersen, B. (2010). Food and Indoor Fungi. (P. . Crous & R. . Samson, Eds.). Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Center.
- Saputro N.W., Khamid M.B.R., & Bayfurqan M.F. (2018). Dalam *jurnal Pertumbuhan dan Hasil Timun Apel Lokal Karawang dengan Kerapatan Tanaman yang Berbeda di Daerah Pakis Jaya, Karawang*
- Sebastian, P., Schaefer, H., Telford, I.R.H., & Renner, S.S. (2010). Cucumber (*Cucumis sativus*) and Melon (*Cucumis melo*) have Numerous Wild Relatives in Asia and Australia, and The Sister Species of Melon is From Australia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 14269-14273.
- Schoc, C. L., Seifert, K. A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J. L., Levesque, C. A., & Chen, W., Fungal Barcoding Consortium. (2012). Nuclear Ribosomal Internal Transcribed Spacer (ITS) Region as a Universal DNA Barcode Marker for Fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (16), hlm. 6241-6246. Doi : 10.1073/pnas.1117018109
- Shen, S.Y. & Tuszynski. (2008). *Theory and Mathematical for Bioinformatic Biological and Medical Physics*. Biomedical Engineering. Springer.
- Soltis, D. E. & Soltis, P. S. (1998). Choosing an Approach and an Appropriate Gene for Phylogenetic Analysis. Di dalam: Soltis 19 DE, Soltis Ps, Doyle
- Suetsugu, K., Shimaoka, C., Fukunaga, H., & Sawa, S. (2018). The taxonomic Identity Of Three Varieties Of *Lecanorchis Nigricans* (Vanilleae, Vanilloideae, Orchidaceae) in Japan. *PhytoKeys* 92: 17–35.
- Tasliah, (2014). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesian Agency for Agricultural Research and Development,. *Warta Biogen* Vol. 9, No. 2, Agustus 2013
- Techen, N., Parveen, I., Pan, Z., dan Khan, I.A. 2014. DNA Barcoding of Medicinal Plant Material for Identification. *Current Opinion in Biotechnology*. 25(103): 103-110.
- Thampi, S. M. (2009). Introduction to Bioinformatics. arXiv preprint arXiv:0911.4230.

- Tjitrosoepomo, G. (2002). *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*, 152, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Virgilio, M., Jordaens, K., & Breman, F. (2012). Turning DNA Barcodes into an Alternative Tool for Identification: African Fruit Flies as a Model (Poster). Consortium For the Barcode of Life (CBOL).
- Vrain, T.C. & McNamara, D.G. (1994). Potential for Identification of Quarantine Nematodes by PCR. *EPPO Bulletin*. 24:453-458.
- Wargasetia, T. L. (2003). Perkembangan Mutakhir Genetika Biomolekuler pada Autisme. *Maranatha Journal of Medicine and Health*, 2(2).
- Widodo, P. (2007). Spesiasi pada Jambu-Jambuan (Myrtaceae): Model Cepat dan Lambat. *Jurnal Biodiversitas*. Volume 8, Nomor 1. Halaman: 78-92.
- Xiong, J. (2006). *Essential bioinformatics*. Cambridge University Press.
- Yang, C. H., Liu, Y. T., & Chuang, L. Y. (2011). DNA Motif Discovery Based on Ant Colony Optimization and Expectation Maximization. *In Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists* (Vol. 1).
- Zhang, C., Pratap, A.S., Natarajan, S., Pugalendhi, L., Kikuchi, S., Sassa, H., Senthil, N., & Koba, T. (2012). *Evaluation Of Morphological And Molecular Diversity Among*. Chiba University